

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the gas piping system which carries out the sequential course of the 1st latching valve and the massflow controller from the source of process gas, and supplies this process gas to a process chamber The source for measurement of gas which supplies the gas for measurement, and the latching valve for measurement initiation which an entrance side connects to said source for measurement of gas, and an outlet side connects to the entrance side of said massflow controller of said gas piping system, Have the pressure gage which measures the pressure of the outlet side of said initiation latching valve for measurement, and supply of said process gas to said massflow controller is intercepted by said first latching valve. After opening said latching valve for measurement initiation and making said pressure gage into a predetermined pressure, said latching valve for measurement initiation is closed. The massflow controller flow rate assay system characterized by authorizing the measurement precision of a massflow controller by measuring the pressure drop accompanying time amount progress with said pressure gage.

[Claim 2] The massflow controller flow rate assay system characterized by to have the control means which performs said assay when a massflow controller is attached in said pipe line, compares the data and said initial data of a storage means memorize the initial data of the pressure drop accompanying said time amount progress, and the pressure drop which measured by performing said assay after said process worked in the massflow controller flow rate assay system indicated to claim 1, and authorizes the abnormalities of a massflow controller.

[Claim 3] The massflow controller flow rate assay system characterized by said two or more massflow controllers having connected with juxtaposition at the outlet side of said latching valve for measurement initiation in the massflow controller flow rate assay system indicated to claim 1 or claim 2.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the flow rate assay system which can authorize the flow rate measurement precision of the massflow controller in the condition of having included in the detail into the system further about flow rate assay of the massflow controller used for the gas system in a semi-conductor manufacture process.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the membrane formation equipment in a semi-conductor production process, a dry type etching system, etc., strong inflammability gas, such as corrosive gas, such as so-called special material gas, chlorine gas, etc., such as a silane and a phosphine, and hydrogen gas, etc. is used, for example. In use of these gas, the flow rate must be managed very strictly for the reason explained below.

[0003] The fact that the amount of a quantity of gas flow influences the quality of a process directly is cited as the first reason. That is, in a membrane formation process, the quality of circuit processing is influenced [great] by membraneous quality with the precision of a quantity of gas flow in an etching process. The fact that this kind of gas [many of] has the body, harmful nature or explosivity over an environment, etc. is cited as another reason. For this reason, exhausting these gas after use to direct atmospheric air is not allowed, but it must be equipped with the damage elimination means according to a type of gas. This damage elimination means may lead to an outflow by the environment of harmful gas, or breakage of a damage elimination means, when the throughput is restricted usually and the flow rate more than an allowed value flows. Furthermore, since the thing of the high grade which can be used in these gas, especially a semi-conductor manufacture process, and non-dust has the expiration date by natural deterioration an expensive top depending on a type of gas, it also becomes a reason that extensive storage cannot be performed.

[0004] Since the actual flow rate of these gas that a process unit requires is small, it matches at most 500 sccm extent with the massflow controller better known than before in piping, and he is trying to pass the optimal flow rate for every type of gas on the other hand. By changing applied voltage, this massflow controller changes a setting flow rate, and can respond now to modification of a process recipe.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since the massflow controller in this kind of gas process is a thing aiming at controlling a small flow rate, it has a capillary inside, and it is performing the monitor of a flow rate etc. according to an operation of this capillary. Among the gas which flows a massflow controller on the other hand, also within the piping on a property, especially the charge gas of membrane formation material may deposit a solid, and may change the flow rate capacity of piping. Since a real flow rate changes even if the relation of the applied voltage and the real flow rate in the massflow controller will naturally change and there will be no change in a setup of applied voltage, if this change takes place, the stability of a process will be checked. When such [actually] change takes place, a setup of applied voltage must be corrected in order to pass a right quantity of gas flow. At this time, the need of measuring the real flow rate of a massflow controller arises.

[0006] When a deposit solid is furthermore accumulated, it becomes impossible to be unable to cope with it in correction of an applied-voltage setup. It is because it is a capillary, i.e., it is alike and the monitor of a flow rate becomes impossible more. Continuing using such a massflow controller before it will send into a process unit the particle which should be most disliked on semi-conductor manufacture, and it is not desirable. Therefore, in such

a case, a massflow controller must be exchanged for a new article. Since individual difference cannot be disregarded even if it is the same model, and the bolting condition of joint with the pipe line also influences a real flow rate, the relation between the applied voltage of a massflow controller and a real flow rate needs to measure a real flow rate in the new exchanged massflow controller here.

[0007] however, the thing for which the real flow rate of a massflow controller is measured -- most past -- there is no line crack ****. The reason has measurement of the real flow rate of the massflow controller in the condition of having included in the pipe line in a difficult thing. Then, applied voltage was provisionally set up by an operator's intuition and experience instead of measuring a real flow rate, the process was performed, the quality of an estimate was judged by the quality, this was repeated, and the optimal set point is determined. For this reason, since time amount is taken by optimum-value decision, the real availability of a process unit not only becomes low, but it cannot make light of costs, such as various gas, a test wafer, etc. which are consumed in that process.

[0008] This invention aims at offering the massflow controller flow rate assay system which enables stable operation of the process which corresponds to the individual difference and aging of a massflow controller appropriately, gets to know quickly the electrical-potential-difference set point which gives a right quantity of gas flow, has it, and uses gas, and high availability operation by being made in order to solve the trouble mentioned above, and enabling measurement of the real flow rate of the massflow controller in the condition included in the pipe line.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain said purpose the massflow controller flow rate assay system of this invention In the gas piping system which carries out the sequential course of the 1st latching valve and the massflow controller from the source of process gas, and supplies this process gas to a process chamber The source for measurement of gas which supplies the gas for measurement, and the latching valve for measurement initiation which an entrance side connects to said source for measurement of gas, and an outlet side connects to the entrance side of said massflow controller of said gas piping system, Have the pressure gage which measures the pressure of the outlet side of said initiation latching valve for measurement, and supply of said process gas to said massflow controller is intercepted by said first latching valve. After opening said latching valve for measurement initiation and making said pressure gage into a predetermined pressure, said latching valve for measurement initiation is closed, and the measurement precision of a massflow controller is authorized by measuring the pressure drop accompanying time amount progress with said pressure gage.

[0010] Moreover, it has the control means which is the massflow controller flow rate assay system described above, performs said assay when a massflow controller is attached in said pipe line, compares the data and said initial data of a storage means to memorize the initial data of the pressure drop accompanying said time amount progress, and the pressure drop which measured by performing said assay after said process worked, and

authorizes the abnormalities of a massflow controller. Moreover, it is the massflow controller flow rate assay system described above, and said two or more massflow controllers have connected with juxtaposition at the outlet side of said latching valve for measurement initiation.

[0011]

[Function] In the assay system of this invention which has said configuration, when a massflow controller is attached in the pipe line, the real flow rate of a massflow controller is measured. That is, where supply of process gas is suspended, it is filled up with the inside of the pipe line with the nitrogen gas of a constant pressure. Next, the nitrogen gas which closed the latching valve for measurement initiation and was filled up with it through the massflow controller which it is going to measure is emitted to an exhaust side. It memorizes to microcomputer PITA which is a storage means by using emission time amount until it becomes an atmospheric pressure at this time as an initial data.

[0012] Then, it goes into actual operation and authorizes suitably from a stage with a possibility of getting the capillary of a massflow controller blocked. That is, after suspending supply of process gas, the inside of the pipe line is filled up with the nitrogen gas of a constant pressure. Next, the nitrogen gas which closed the latching valve for measurement initiation and was filled up with it through the massflow controller which it is going to measure is emitted to an exhaust side. Emission time amount until it becomes an atmospheric pressure at this time is taken as data, microcomputer PITA which is a control means judges the existence of generating of the abnormalities of a massflow controller as compared with the initial data memorized by microcomputer PITA, and an alarm is taken out. Moreover, it is also possible to correct an applied-voltage setup to the massflow controller for obtaining a required real flow rate by this measurement value.

[0013]

[Example] One example which materialized the gas real flow rate assay system of this invention, and was hereafter included in the gas piping system is explained with reference to a drawing. Drawing 2 is the block diagram of the gas system incorporating the gas real flow rate assay system concerning this invention. In drawing 2, five kinds of process gas (A-E) is supplied to the process chamber 5 through the 1st latching valve (3A-3E) and 2nd latching valve (2A-2E) which sandwich a massflow controller (1A-1E), respectively. furthermore, pass a filter 7 and a reducing valve 8 from the common high-pressure nitrogen source 6 for flow rate measurement -- the nitrogen gas decompressed by the predetermined pressure should branch, after passing through the latching valve 9 for measurement initiation, and pass the latching valve for connection (4A-4E) -- each gas line is joined.

[0014] A pressure gage 10 measures the pressure of the nitrogen gas between latching valves 9 (4A-4E). The process chamber 5 is for performing dry etching, gaseous-phase membrane formation, thermal oxidation, etc. In addition, the high-pressure nitrogen source 6 for discharge measurement may be shared with the source for a purge of gas used when carrying out atmospheric-air disconnection of the process chamber 5.

[0015] In case the usual process recipe is performed in this gas system After the nitrogen from the high-pressure nitrogen source 6 for flow rate measurement does not flow to each gas line by making close a latching valve (4A-4E) and making it each process gas not flow backwards to the direction of a pressure gage 10 It is that of required flow rate style ** about each process gas at the process chamber 5, impressing a programmed voltage to each massflow controller (1A-1E), and using each latching valve (2A-2E, 3A-3E) as open. In the process chamber 5, the wafer which it is going to process is contained, heating, plasma impression, etc. are performed suitably, it combines with an operation of process gas and required processing is performed.

[0016] Now, in this gas system, the case where a massflow controller (1A-1E) is exchanged for a new article is considered. Since the individual difference of the relation of the applied voltage and real flow rate cannot be disregarded and it is influenced also according to the bolting condition of joint with piping even if it is the thing of a highly uniform, since a massflow controller generally has a capillary inside, it is desirable when resetting up the applied voltage to the real flow rate which measures and needs the real flow rate in the condition of having included in the system aims at good operation of a process. Moreover, since the property of a massflow controller (1A-1E) may change by carrying out count activation of many real recipes, it is desirable to correct applied voltage if needed. In the gas system of this example, since the gas real flow rate assay system is incorporated, the applied voltage to the real flow rate which measures and needs the gas real flow rate of each massflow controller (1A-1E) can be reset up.

[0017] The procedure of the gas real flow rate measurement in the gas system of this example is explained based on drawing 2 and drawing 3 . Drawing 1 R> 1 shows the microcomputer 11 grade which showed only the process gas line of 1 since it was easy, and did not show the gas system of drawing 2 by drawing 2 . A microcomputer 11 analyzes the data of a manometer 10. The quantity of gas flow calculated from the change rate of a pressure is displayed on the flow rate monitor 13. Moreover, if an unusual signal is detected here, the abnormality signal output circuit 12 will emit an alarm. In addition, there may not be a latching valve 4 in the system which has only the process gas line of 1.

[0018] In order to measure a gas real flow rate in the gas system of drawing 1 , a latching valve 3 is first made close and supply of process gas is intercepted. Next, it is secondary ** of a reducing valve 8 5 kgf/cm² It adjusts, latching valves 9, 4, and 2 are made open, and the process gas which blows and remains to the exhaust side which is not illustrated through the process chamber 5 is scavenged. And the flow rate of a massflow controller 1 is set up. The part which attached the broken line among piping in drawing 1 at this time (henceforth the tank part T) since -- nitrogen gas flows into an exhaust side, following a setting flow rate through a massflow controller 1. And nitrogen gas is filled up through a reducing valve 8 from the high-pressure nitrogen source 6 for flow rate measurement, and the tank parts T are 5 kgf/cm². It is maintained. Therefore, pressure gages 10 are 5 kgf/cm². It displays.

[0019] If a latching valve 9 is made close from this condition, since the outflow which the

tank part T is no longer supplemented with nitrogen gas, and minds a massflow controller 1 on the other hand will continue, the pressure of the tank part T, i.e., the display of a pressure gage 10, declines gradually, and it is atmospheric pressure 2, i.e., 0 kgf/cm. It becomes. By the time indicated value becomes atmospheric pressure here, required time amount will change with the flow rates of a massflow controller 1, i.e., applied voltage. The example of the indicated value of the pressure gage 10 at this time and the actual measurement of relation with the elapsed time after making a latching valve 2 open is shown in the graph of drawing 3.

[0020] The emission time amount t when carrying out a gas evolution with constant flow Q from the fixed volume V is examined as a generality here. Emission time amount means the time amount taken to carry out a gas evolution from an initial pressure to atmospheric pressure here. First, gaseous equation of state $PV=gRT$ (1)

*****. here -- P -- a pressure -- in g, R shows a gas constant and T shows temperature for gas weight. (1) The formula shows the so-called Boyle-Charles' law.

[0021] (1) Set temperature T more nearly constant than a formula and it is a pressure P_1 . Gas weight g_1 in the volume V at the time $g_1 = P_1 V/RT$ (2)

It is come out and expressed and is a pressure P_2 similarly. Gas weight g_2 in the volume V at the time $g_2 = P_2 V/RT$ (3)

It is come out and expressed. the gas of the fixed volume V -- the basis of constant temperature T -- a pressure -- P_1 from -- P_2 Change g_3 of the gas weight when changing $g_3 = g_1 \cdot g_2 = (P_1 \cdot P_2) \cdot (V/RT)$ (4)

It becomes.

[0022] Here, it asks for gas constant R in case gas is nitrogen gas. Considering the nitrogen gas of one mol of reference condition (0-degreeC, one atmospheric pressure), it is $P=1.033$ kgf/cm². (one atmospheric pressure)

$T=273k$ (0-degreeC)

$V=22400\text{cm}^3$ (22.4l.)

$g=0.028\text{kgf}$ (molecular weight of N_2)

Since come out and it is, it is (1) type. $R=PV/gT=3027$ cm/K (5)

It becomes. Therefore, when temperature T is room temperature 293K (20-degreeC), it is from (4) types and (5) types. $g_3 = (V/887000) \cdot (P_1 - P_2)$ kgf (6)

It becomes.

[0023] Here, it is room temperature 293K (20-degreeC), 1.033 kgf/cm² (one atmospheric pressure), and 1cm³. Weight g_4 of nitrogen gas When it thinks, it is from (1) type and (5) types. $g_4 = PV/RT=1.165 \cdot 10^{-6}\text{kgf}$ (7)

It becomes. Weight g_5 of emission gas when the fixed volumetric flow rate Q_{sccm} (sccm shows the volumetric flow rate per minute when converting into a condition with one atmospheric pressure [C] of 20 degrees) emits from the fixed volume V for t seconds now Q , emission time amount, and g_4 Since it is a product, (6) types are used. $g_5 = Q \cdot (t/60) \cdot 1.165 \cdot 10^{-6}\text{kgf}$ (8)

It becomes. By the way, since it is equal to the weight of the emitted gas, it sets at (6) types

and (8) ceremony, and weight change of the gas in the fixed volume V is $g_3 = g_5$. It becomes.
 $t = 58 \cdot V \cdot (P_1 - P_2) / Q$ (9)

**** -- it turns out that he and the emission time amount t are in inverse proportion to a volumetric flow rate Q.

[0024] Next, the above consideration is applied to this example. the volume V of the above-mentioned tank part T in a gas system like this example -- usually -- 5 thru/or 30cm³ the system which is extent and this invention person used -- observation V=12.4cm³ it was . and thinking now -- the pressure of the tank part T -- 5 kgf/cm² from -- since it is the case where it falls to atmospheric pressure -- P₁ =5 kgf/cm² and P₂ =0 kgf/cm² it is . And in the flow rate of the emission flow Q 1, i.e., a massflow controller, 200sccm(s), then (9) types are calculated and the theoretical value for t= 17.98 seconds is obtained. Among the examples of the actual measurement shown in the graph of drawing 3 , the thing of setting flow rate 200sccm can be read with emission time amount about 18 seconds, and is very well in agreement with a theoretical value. It can check by calculating (9) types that the thing of other setting flow rates of the graph of drawing 3 is also in agreement with a theoretical value.

[0025] the initial pressure from the graph of drawing 3 -- 5 kgf/cm² Not but, 4 kgf/cm² ** -- carrying out -- there to not atmospheric pressure but 1 kgf/cm² up to -- emission time amount can also be read. for example, the case of setting flow rate 200sccm -- emission initiation to 4 kgf/cm² up to -- about 3 seconds -- starting -- **** (inside t₁ of drawing) -- emission initiation to 1 kgf/cm² up to -- that which has taken about 14 seconds (inside t₂ of drawing) -- it is -- 4 kgf/cm² from -- 1 kgf/cm² up to -- emission time amount is about 11 seconds. the case of other setting flow rates -- the same -- carrying out -- 4 kgf/cm² from -- 1 kgf/cm² up to -- emission time amount can be read.

[0026] thus, 4 kgf/cm² from -- 1 kgf/cm² up to -- the meaning of reading emission time amount is in improvement in measurement precision. That is, it is measurement initiation 5 kgf/cm² If it carries out, since the moment of making a latching valve 9 close will become at the time of measurement initiation, the delicate time lag of clausilium actuation serves as a measurement error. Moreover, if measurement termination is made into atmospheric pressure, near atmospheric pressure, it is difficult for the rate of flow to become slow and to set the time of measurement termination strictly. emission time amount -- 4 kgf/cm² from -- 1 kgf/cm² up to -- then, these problems do not exist and emission time amount can be measured in a high precision.

[0027] in this way, 4 kgf/cm² read in the graph of drawing 3 from -- 1 kgf/cm² up to -- a continuous line shows the relation between emission time amount and the setting flow rate of a massflow controller 1 to the graph of drawing 4 . the graph of drawing 4 -- the volume of the tank part T -- 18.8cm³ it is -- although the example (a drawing 4 destructive line shows) of the measurement result in the same gas system is also shown -- future explanation -- the volume of the tank part T -- 12.4cm³ it is -- it carries out about a gas system. In addition, the repeatability of this measurement is very good, and according to the experiment of this invention person, as long as it measures with clean nitrogen gas,

even if it repeats the same measurement repeatedly, it is almost changeless.

[0028] Since a real flow rate required in order to perform a real recipe good changes with the volume of the process chamber 5, delicate internal arrangement, etc. when a gas system as shown in drawing 2 is newly assembled now, it is necessary to try a real recipe several times and to determine the applied voltage of the massflow controller 1 with which a good result is obtained. And if above-mentioned emission time amount is measured with the determined applied voltage, a required real flow rate (henceforth a required flow) can be calculated by contrast with the graph of drawing 4. Now, since the individual difference of the relation between applied voltage and a real flow rate cannot be disregarded when a massflow controller 1 is exchanged for a new article, the applied voltage from which a required flow is obtained with the new exchanged massflow controller 1 must be determined. For this reason, emission time amount is measured and the applied voltage (henceforth a normal electrical potential difference) from which the emission time amount (it reads from the graph of drawing 4) corresponding to a required flow is acquired is determined.

[0029] If much activation of a real recipe is repeated the number of times, the relation between the applied voltage of a massflow controller 1 and a real flow rate may change, and although the normal electrical potential difference is impressed to a massflow controller 1, that will be known when a process result becomes less good. If a process result is not good, in the case of a membrane formation process, the membranous thickness and membraneous qualities (refractive index etc.) which were formed will shift from normal values, or it will say that those homogeneity worsens. In this case, the applied voltage of a massflow controller 1 is corrected and a required flow must be made to be obtained. Moreover, since it obtains and carries out, particle is generated and the process yield is worsened, when the massflow controller 1 with which the gap from such normal values became large exceeds threshold value with a gap, it is desirable [the massflow controller] that a certain alarm is emitted.

[0030] Then, the initial state is memorized to the microcomputer 11, and when the gap is over threshold value as a result of measurement for correction, he is trying for the abnormality signal output circuit 12 to emit an alarm in the gas system of this example. This function is realized by the normal-values initialization mode performed immediately after exchanging a massflow controller 1 and measuring the normal electrical potential difference in the new massflow controller 1, and the measurement mode performed when it is thought that the gap from an all seems well has arisen in the massflow controller 1. In measurement mode, a gap is corrected, and in being required, it emits an alarm.

[0031] First, normal-values initialization mode is explained based on the flow chart and drawing 2 of drawing 5. As a prerequisite, a massflow controller 1 is exchanged for a new article, and it carries out [having just measured the normal electrical potential difference in the massflow controller 1, and]. this time -- secondary setting ** of a reducing valve 8 -- 5 kgf/cm² it is -- on the other hand, a latching valve 3 is made close and process gas is not supplied to the method of the right [latching valve / 3]. First, a measurement system is

prepared in S1. That is, when latching valves 9, 4, and 2 are made open, making a latching valve 3 close, nitrogen gas flows from the high-pressure nitrogen source 6 for flow rate measurement to an exhaust side through the tank part T, and the pressures of the tank part T are 5 kgf/cm² by work of a reducing valve 8. It is maintained and pressure gages 10 are 5 kgf/cm². It directs. The indicated value of a pressure gage 10 is always sent to the microcomputer 11 as a signal.

[0032] And in S2, a flow rate setup of a massflow controller 1 is performed. A setup at this time is performed by impressing the normal electrical potential difference in that massflow controller 1 currently measured previously. And if a latching valve 9 is closed by S3, since the pressure of the tank part T will begin to fall gradually, the indicated value of a pressure gage 10 also falls gradually. And the indicated value of a pressure gage 10 is 4 kgf/cm². Let the time of cutting be time amount measurement start time (S4). The indicated value of a pressure gage 10 is 1 kgf/cm² similarly. Let the time of cutting be time amount measurement end time (S5). And the difference of both time of day is memorized by the microcomputer 11 as normal emission time amount (S6). at this time, the setting flow rate of a massflow controller 1 is also memorized to a microcomputer 11 as a normal flow rate -- having (S7) -- it is displayed on the flow rate monitor 13 (S8). The above is in normal-values initialization mode.

[0033] Then, measurement mode is explained based on the flow chart and drawing 2 of drawing 6. It is the mode performed when it is thought that the gap from an all seems well has produced measurement mode in the relation between the applied voltage of a massflow controller 1 and a real flow rate. When performing measurement mode, supply of process gas is suspended by making a latching valve 3 close as a prerequisite, and it is secondary ** of a reducing valve 8 5 kgf/cm² It must set up. First, a measurement system is prepared in S9. That is, when latching valves 9, 4, and 2 are made open, making a latching valve 3 close, from the high-pressure nitrogen source 6 for flow rate measurement, through the tank part T, nitrogen gas flows to an exhaust side and it scavenges remaining process gas. At this time, the pressures of the tank part T are 5 kgf/cm² by work of a reducing valve 8. It is maintained and pressure gages 10 are 5 kgf/cm². It directs. The indicated value of a pressure gage 10 is always sent to the microcomputer 11 as a signal.

[0034] And in S10, a flow rate setup of a massflow controller 1 is performed. A setup at this time is performed by impressing the same electrical potential difference as the time of performing normal-values initialization mode to a massflow controller 1. And if a latching valve 9 is closed by S11, since the pressure of the tank part T will begin to fall gradually, the indicated value of a pressure gage 10 also falls gradually. And the indicated value of a pressure gage 10 is 4 kgf/cm². Let the time of cutting be time amount measurement start time (S12). The indicated value of a pressure gage 10 is 1 kgf/cm² similarly. Let the time of cutting be time amount measurement end time (S13). And the difference of both time of day is memorized by the microcomputer 11 as measurement emission time amount (S14). And in S15, it judges whether the gap from the normal emission time amount of measurement emission time amount is in (less than 10% of for example, upper and lower

sides of normal emission time amount) tolerance. When it is judged that it is in tolerance (S15:YES), a normal signal is outputted in S16.

[0035] And a microcomputer 11 calculates the curve (the alternate long and short dash line in a graph of drawing 4 shows) which shows the relation between the emission time amount in the present condition, and a setting flow rate from the normal emission time amount and the normal flow rate which were memorized when normal-values initialization mode was performed (S17). And the real flow rate calculated by applying measurement emission time amount to this result of an operation is displayed on the flow rate monitor 13 (S18). Furthermore, the correction electrical potential difference which should pass a required flow in the present condition is also calculated at this time. When it is judged that the gap from the normal emission time amount of measurement emission time amount is not in tolerance in S15 (S15:NO), the abnormality signal output circuit 12 emits an alarm in S19. The above is in measurement mode.

[0036] Since any abnormalities cannot be found in a massflow controller 1 when measurement emission time amount has not shifted from normal emission time amount, as a result of carrying out measurement mode, it is necessary to ask others for the cause of the abnormalities in a process. Measurement emission time amount has shifted from normal emission time amount, and when it is in tolerance, the gap from an all seems well has arisen in the relation between the applied voltage of a massflow controller 1, and a real flow rate, and since possibility that this gap caused the abnormalities in a process is high, future real recipe activation is performed not on a normal electrical potential difference but on a correction electrical potential difference. Since measurement emission time amount has shifted from normal emission time amount and there is a possibility that the particle to which the gap from the all seems well of the relation between the applied voltage of a massflow controller 1 and a real flow rate is large when it is outside tolerance, and a process dislikes the massflow controller 1 in such a condition may be generated, it should exchange for the new article. When a massflow controller 1 is exchanged for a new article according to this, of course, it is necessary to perform initial measurement and normal-values initialization mode as mentioned above.

[0037] Since it has the real flow rate measurement means in the actual pipe line in the gas system of this example and can judge whether it should correct as mentioned above or the applied voltage of a massflow controller 1 should be exchanged often [a system] and efficiently, a step stop of a semi-conductor can be raised. Moreover, time amount required for analysis is reducible by adopting the system of this example as a result of the cost of the process gas and the test wafer to consume, or trial.

[0038] Next, the case where the system which has the process gas line of a large number like drawing 2 performs emission time amount measurement described above is considered. In this case, each massflow controller (1A-1B) must be measured separately, respectively. For example, if the case where it measures is considered about massflow controller 1A of Rhine of process gas A 5 kgf/cm² to the tank part T Restoration (normal-values initialization mode S1 and measurement mode S9) of the nitrogen gas for measurement

After having made latching valve 3A close, intercepting supply of process gas A and making it the outflow of the nitrogen gas for measurement to other gas lines not take place by making close a latching valve (4B-4E), latching valves 9, 4A, and 2A are performed by considering as open.

[0039] Moreover, since the following measurement procedures are the same as the procedure explained above, explanation is omitted. Therefore, the tank partial volume here means the volume of the part which attached the drawing 2 destructive line. It measures in a way with the same said of other gas lines. Therefore, the tank partial volume must be strictly noticed about changing with gas lines which it is going to measure in this case. When the abnormalities of a massflow controller are detected by this assay, the massflow controller according to individual is authorized respectively.

[0040] It can judge efficiently whether in the flow rate assay system of drawing 2, it should correct as mentioned above or the applied voltage of a massflow controller (1A-1E) should be exchanged. Moreover, since two or more massflow controllers can be authorized with one pressure gage, it becomes the cost cut for a pressure gage. Moreover, time amount required for analysis is reducible by adopting the system of this example as a result of the cost of the process gas and the test wafer to consume, or trial. In a system with especially many process gas lines, this effectiveness is remarkable.

[0041] In addition, of course, various deformation and amelioration are possible within limits which said example does not limit this invention and do not deviate from the summary of this invention. For example, the filling pressure of the above-mentioned nitrogen gas for measurement, the pressure at the time of emission time amount initiation, the pressure at the time of this termination, its tolerance, etc. may not be values as mentioned above, and the value for which it was suitable if needed should just be used for them. Moreover, although nitrogen gas was used as gas for measurement here, other gas may be used as long as not only nitrogen gas but the clean thing which is inactive is available gas. Moreover, it is applicable also to the system equipped with a cycle purge line like drawing 7.

[0042]

[Effect of the Invention] Since the real flow rate of the massflow controller in a condition [having include in piping] be [like / it be ***** and] measurable in the flow rate assay system of this invention from having explained above, it can respond to the individual difference and aging of a massflow controller appropriately and initialization of applied voltage and a judgment whether it should correct and exchange can be make efficiently, stable operation of a semi-conductor manufacture process and high availability operation can be attain, a step stop of a semi-conductor can be raise, and a cost cut can be aim at.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the massflow controller flow rate assay

structure of a system which is one example of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the massflow controller flow rate assay structure of a system which has a multiple-processes gas line and a gas line for measurement.

[Drawing 3] It is the graph which shows the relation of the primary lateral pressure and emission time amount in a massflow controller.

[Drawing 4] It is the graph which shows the relation of the setting flow rate and pressure drawdown time amount in a massflow controller.

[Drawing 5] It is the flow chart in normal-values initialization mode.

[Drawing 6] It is the flow chart in measurement mode.

[Drawing 7] It is the block diagram showing the massflow controller flow rate assay structure of a system which has a cycle purge line.

[Description of Notations]

- 1, 1A-1E Massflow controller
- 2, 2A-2E Latching valve
- 3, 3A-3E Latching valve
- 4, 4A-4E Latching valve
- 5 Process Chamber
- 6 Source for Measurement of Gas
- 8 Reducing Valve
- 9 Latching Valve
- 10 Pressure Gage
- 11 Microcomputer

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-119059

(43)公開日 平成6年(1994)4月28日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 5 D 7/06

G 0 1 F 1/00

識別記号

Z 9324-3H

9107-2F

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全12頁)

(21)出願番号 特願平4-286986

(22)出願日 平成4年(1992)9月30日

(71)出願人 000106760

シーケーディ株式会社

愛知県小牧市大字北外山字早崎3005番地

(72)発明者 須藤 良久

愛知県小牧市大字北外山早崎3005 シーケーディ株式会社内

(72)発明者 伊藤 稔

愛知県小牧市大字北外山早崎3005 シーケーディ株式会社内

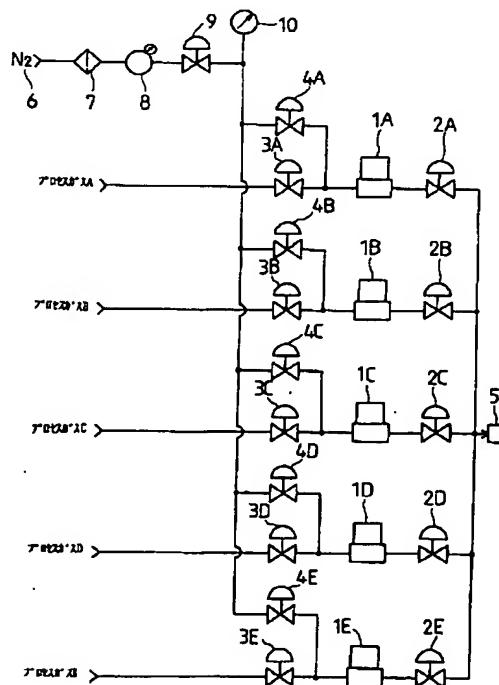
(74)代理人 弁理士 富澤 孝 (外2名)

(54)【発明の名称】 マスフローコントローラ流量検定システム

(57)【要約】

【目的】 配管中に組み込んだままの状態でのマスフローコントローラの流量計測精度の検定を可能としたマスフローコントローラ流量検定システムを提供すること。

【構成】 遮断弁3を閉じ、遮断弁9、4、2を開くと、配管内からプロセスガスが掃気され、所定圧の窒素ガスで充填される。次に、遮断弁9を閉じ、配管内の窒素ガスはマスフローコントローラを通して放出する。圧力計10の指示値が所定値となる時間を計測し、マスフローコントローラの実流量を求める。これにより、マスフローコントローラの異常を検出することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プロセスガス源から第1遮断弁およびマスフローコントローラを順次経由してプロセスチャンバに該プロセスガスを供給するガス配管系において、計測用ガスを供給する計測用ガス源と、入口側が前記計測用ガス源に接続し、出口側が前記ガス配管系の前記マスフローコントローラの入口側に接続する計測開始用遮断弁と、前記計測開始用遮断弁の出口側の圧力を計測する圧力計とを有し、前記マスフローコントローラへの前記プロセスガスの供給を前記第一遮断弁により遮断し、前記計測開始用遮断弁を開いて前記圧力計を所定の圧力にした後、前記計測開始用遮断弁を閉じて、前記圧力計により時間経過に伴う圧力低下を計測することによりマスフローコントローラの計測精度を検定することを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【請求項2】 請求項1に記載するマスフローコントローラ流量検定システムにおいて、前記配管系にマスフローコントローラを取り付けた時に前記検定を行い、前記時間経過に伴う圧力低下の初期データを記憶する記憶手段と、前記プロセスが稼働した後、前記検定を行って計測した圧力低下のデータと前記初期データとを比較してマスフローコントローラの異常を検定する制御手段とを有することを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載するマスフローコントローラ流量検定システムにおいて、前記計測開始用遮断弁の出口側に2以上の前記マスフローコントローラが並列に接続していることを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造プロセスにおけるガスシステムに使用するマスフローコントローラの流量検定に関し、さらに詳細にはシステム中に組み込んだ状態でのマスフローコントローラの流量計測精度の検定が可能な流量検定システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体製造工程中の成膜装置、乾式エッチング装置等においては、例えばシランやホスフィン等のいわゆる特殊材料ガスや塩素ガス等の腐食性ガスおよび水素ガス等の強燃性ガス等を使用する。これらのガスの使用に当たっては、次に述べる理由によりその流量を極めて厳格に管理しなければならない。

【0003】第一の理由として、ガス流量の多寡がプロセスの良否に直接影響することが挙げられる。すなわち、成膜プロセスにおいては膜質が、エッチングプロセスにおいては回路加工の良否が、ガス流量の精度により

多大な影響を受けるのである。別の理由として、この種のガスの多くは人体や環境に対する有害性あるいは爆発性等を有することが挙げられる。このため使用後のこれらのガスは、直接大気に排気することは許されず、ガス種に応じた除害手段を備えなければならない。かかる除害手段は通例処理能力が限られていて、許容値以上の流量が流れると有害ガスの環境への流出や除害手段の破損につながることもある。さらに、これらのガス、特に半導体製造プロセスにて使用しうる高純度かつ無塵のものは高価な上、ガス種によっては自然劣化による使用期限があるため大量保管ができないことも理由となる。

【0004】一方、プロセス機器が要求するこれらのガスの実際の流量は、多くても500sccm程度と小さいので、従来より配管中に公知のマスフローコントローラを配して、ガス種ごとに最適の流量を流すようにしている。かかるマスフローコントローラは、印加電圧を変更することにより、設定流量を変更してプロセスレシピの変更に対応できるようになっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】この種のガスプロセスにおけるマスフローコントローラは、小流量をコントロールすることを目的とするものであるため内部に細管を有し、該細管の作用により流量のモニター等を行っている。一方マスフローコントローラを流れるガスのうち特に成膜用材料ガスは、その特性上配管内でも固形物を析出する可能性があり、配管の流量容量を変化させることがある。かかる変化が起こればそのマスフローコントローラにおける印加電圧と実流量との関係は当然変化し、印加電圧の設定に変化がなくても実流量が変化するので、プロセスの安定性を阻害することになる。現実にはこのような変化が起こった場合には、正しいガス流量を流すべく印加電圧の設定を修正しなければならない。このとき、マスフローコントローラの実流量を計測する必要が生ずる。

【0006】さらに析出固形物が蓄積すると、印加電圧設定の修正では対処しきれなくなる。細管のつまりにより流量のモニターが不可能になるからである。それ以前にこのようなマスフローコントローラを使用し続けることは、半導体製造上最も嫌うべきパーティクルをプロセス機器に送り込むことになり、好ましくない。したがってこのような場合には、マスフローコントローラを新品に交換しなければならない。ここでマスフローコントローラの印加電圧と実流量との関係は、同一機種であっても個体差を無視できず、また配管系とのジョイントの締め付け具合も実流量に影響するので、交換した新しいマスフローコントローラにおいて実流量を計測する必要がある。

【0007】しかしながら、マスフローコントローラの実流量を計測することは、過去ほとんど行われていない。その理由は、配管系に組み込んだ状態でのマスフロ

ーコントローラの実流量の計測が困難なことにある。そこで、実流量を計測するかわりに作業者の勘と経験とにより暫定的に印加電圧を設定し、プロセスを実行してその良否により暫定値の良否を判断し、これを繰り返して最適設定値を決定しているのである。このため最適値決定までに時間がかかるためプロセス装置の実稼働率が低くなるばかりでなく、その過程で消費する各種ガスやテストウェハ等のコストも軽視し得ない。

【0008】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、配管系に組み込んだ状態でのマスフローコントローラの実流量の計測を可能とすることにより、マスフローコントローラの個体差や経時変化に適切に対応して、正しいガス流量を与える電圧設定値を迅速に知り、もってガスを使用するプロセスの安定運転と高稼働率操業とを可能とするマスフローコントローラ流量検定システムを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために本発明のマスフローコントローラ流量検定システムは、プロセスガス源から第1遮断弁およびマスフローコントローラを順次経由してプロセスチャンバに該プロセスガスを供給するガス配管系において、計測用ガスを供給する計測用ガス源と、入口側が前記計測用ガス源に接続し、出口側が前記ガス配管系の前記マスフローコントローラの入口側に接続する計測開始用遮断弁と、前記計測開始用遮断弁の出口側の圧力を計測する圧力計とを有し、前記マスフローコントローラへの前記プロセスガスの供給を前記第1遮断弁により遮断し、前記計測開始用遮断弁を開いて前記圧力計を所定の圧力にした後、前記計測開始用遮断弁を閉じて、前記圧力計により時間経過に伴う圧力低下を計測することによりマスフローコントローラの計測精度を検定する。

【0010】また、上記するマスフローコントローラ流量検定システムであって、前記配管系にマスフローコントローラを取り付けた時に前記検定を行い、前記時間経過に伴う圧力低下の初期データを記憶する記憶手段と、前記プロセスが稼働した後、前記検定を行って計測した圧力低下のデータと前記初期データとを比較してマスフローコントローラの異常を検定する制御手段とを有している。また、上記するマスフローコントローラ流量検定システムであって、前記計測開始用遮断弁の出口側に2以上の前記マスフローコントローラが並列に接続している。

【0011】

【作用】前記構成を有する本発明の検定システムでは、配管系にマスフローコントローラを取り付けた時に、マスフローコントローラの実流量を計測を行う。すなわち、プロセスガスの供給を停止した状態で、一定圧力の窒素ガスで配管系内を充填する。次に、計測開始用遮断弁を閉じて、計測しようとするマスフローコントローラ

を介して充填した窒素ガスを排気側に放出する。このときの大気圧になるまでの放出時間を初期データとして記憶手段であるマイクロコンピュータに記憶する。

【0012】その後、実際の稼働に入り、マスフローコントローラの細管が詰まる恐れがある時期より適宜検定を行う。すなわち、プロセスガスの供給を停止した後、一定圧力の窒素ガスで配管系内を充填する。次に、計測開始用遮断弁を閉じて、計測しようとするマスフローコントローラを介して充填した窒素ガスを排気側に放出する。このときの大気圧になるまでの放出時間をデータとして採り、マイクロコンピュータに記憶されている初期データと比較して、マスフローコントローラの異常の発生の有無を制御手段であるマイクロコンピュータが判断し、警報を出す。また、この計測値により、必要な実流量を得るためのマスフローコントローラへの印加電圧設定を修正することも可能である。

【0013】

【実施例】以下、本発明のガス実流量検定システムを具体化してガス配管系に組み込んだ一実施例を図面を参照して説明する。図2は本発明にかかるガス実流量検定システムを組み込んだガスシステムのブロック図である。図2においては、5種類のプロセスガス(A～E)がそれぞれマスフローコントローラ(1A～1E)を挟む第1の遮断弁(3A～3E)と第2の遮断弁(2A～2E)とを通してプロセスチャンバ5に供給されるようになっている。さらに、共通の流量計測用高圧窒素源6から、フィルタ7、減圧弁8を経て所定の圧力に減圧された窒素ガスが、計測開始用の遮断弁9を経た後分岐され、連結用の遮断弁(4A～4E)を経て各ガスラインに合流している。

【0014】圧力計10は、遮断弁9と遮断弁(4A～4E)との間における窒素ガスの圧力を計測するものである。プロセスチャンバ5は、ドライエッチング、気相成膜、熱酸化等を行うためのものである。なお、流量計測用高圧窒素源6はプロセスチャンバ5を大気開放するとき等に用いるバージ用ガス源と共用されていてもよい。

【0015】かかるガスシステムにおいて通常のプロセスレシピを実行する際には、遮断弁(4A～4E)を閉として、流量計測用高圧窒素源6からの窒素が各ガスラインに流れることがなく、かつ、各プロセスガスが圧力計10の方に逆流することのないようにした上で、各マスフローコントローラ(1A～1E)に設定電圧を印加し、各遮断弁(2A～2E、3A～3E)を開として、プロセスチャンバ5に各プロセスガスを必要な流量流すのである。プロセスチャンバ5内には、処理しようとするウェハが収納されており、適宜加熱、プラズマ印加等を行い、プロセスガスの作用と併せて必要な処理が行われる。

【0016】さて、かかるガスシステムにおいて、マス

フローコントローラ(1A~1E)を新品に交換した場合を考える。一般にマスフローコントローラは内部に細管を有するので、同一形式のものであっても、その印加電圧と実流量との関係の個体差は無視しえず、また配管とのジョイントの締め付け具合によっても影響を受けるので、システムに組み込んだ状態での実流量を計測して、必要とする実流量に対する印加電圧を設定し直しておくのが、プロセスの良好な操業を図る上で望ましい。また、実レシピを多数回数実行することにより、マスフローコントローラ(1A~1E)の特性が変化することがあるので、必要に応じて印加電圧を修正することが好ましい。本実施例のガスシステムでは、ガス実流量検定システムが組み込まれているので、各マスフローコントローラ(1A~1E)のガス実流量を計測し、必要とする実流量に対する印加電圧を設定し直すことができる。

【0017】本実施例のガスシステムにおけるガス実流量計測の手順を図2および図3に基づいて説明する。図1は図2のガスシステムを簡単のため1のプロセスガスラインのみ示し、図2では示していなかったマイクロコンピュータ11等を示したものである。マイクロコンピュータ11は、圧力計10のデータを解析するものである。圧力の変化速度から計算されるガス流量は流量モニタ13に表示される。また、ここで異常な信号が検知されると、異常信号出力回路12がアラームを発する。なお、1のプロセスガスラインのみ有するシステムでは、遮断弁4はなくてもよい。

【0018】図1のガスシステムにおいてガス実流量を

$$PV = gRT$$

を考える。ここで、Pは圧力を、gはガス重量を、Rはガス定数を、Tは温度を示す。(1)式は、いわゆるボイルシャルルの法則を示している。

$$g1 = P1 V / RT$$

で表され、同様に圧力P2のときの容積V内のガス重量

$$g2 = P2 V / RT$$

で表される。一定容積Vのガスが一定温度Tのもとで、圧力がP1からP2に変化したときのガス重量の変化g

$$g3 = g1 - g2 = (P1 - P2) * (V / RT) \quad (4)$$

となる。

【0022】ここで、ガスが窒素ガスである場合のガス定数Rを求める。標準状態(0°C、1気圧)1molの窒素ガスを考えると、

$$P = 1.033 \text{ kg f / cm}^2 \quad (1 \text{ 気圧})$$

$$R = PV / gT = 3027 \text{ cm}^3 / \text{K} \quad (5)$$

となる。したがって、温度Tが室温293K(20°C)

$$g3 = (V / 887000) * (P1 - P2) \text{ kg f} \quad (6)$$

となる。

【0023】ここで、室温293K(20°C)、1.

$$g4 = PV / RT = 1.165 * 10^{-6} \text{ kg f} \quad (7)$$

となる。今、一定の体積流量Q sccm(sccmは1気圧20°Cの状態に換算したときの1分当りの体積流

計測するには、まず遮断弁3を閉としプロセスガスの供給を遮断する。次に減圧弁8の2次圧を5 kg f / cm²に調整し、遮断弁9、4、2を開とし、プロセスチャンバ5を介して図示しない排気側にブローして残留しているプロセスガスを掃気する。そしてマスフローコントローラ1の流量を設定する。このとき図1中の配管のうち破線を付けた部分(以下タンク部分Tという。から)窒素ガスが、マスフローコントローラ1を介して設定流量に従いつつ、排気側に流出する。そして流量計測用高压窒素源6から減圧弁8を介して窒素ガスが補充され、タンク部分Tは5 kg f / cm²に維持される。したがって圧力計10は5 kg f / cm²を表示する。

【0019】この状態から遮断弁9を閉とすると、タンク部分Tに窒素ガスが補充されなくなり、一方マスフローコントローラ1を介しての流出は続くので、タンク部分Tの圧力すなわち圧力計10の表示は、次第に低下して大気圧すなわち0 kg f / cm²となる。ここで表示値が大気圧になるまでに必要な時間は、マスフローコントローラ1の流量により、すなわち印加電圧により変化する。このときの圧力計10の表示値と、遮断弁2を開としたからの経過時間との関係の実測値の例を図3のグラフに示す。

【0020】ここで一般論として、一定容積Vより一定流量Qでガス放出したときの放出時間tについて検討する。ここで放出時間とは初期圧力から大気圧までガス放出するのに要する時間をいう。まず、気体の状態方程式

$$(1)$$

【0021】(1)式より、温度Tを一定として圧力P1のときの容積V内のガス重量g1は、

$$(2)$$

g2は、

$$(3)$$

3は、

$$T = 273 \text{ K} \quad (0^\circ \text{C})$$

$$V = 22400 \text{ cm}^3 \quad (22.4 \text{ リッター})$$

$$g = 0.028 \text{ kg f} \quad (\text{N}_2 \text{ の分子量より})$$

であるから、(1)式より、

$$(5)$$

C)であるとき、(4)式と(5)式とから、

$$(6)$$

033 kg f / cm² (1気圧)、1 cm³の窒素ガスの重量g4を考えると、(1)式と(5)式とから、

$$(7)$$

量を示す)がt秒間、一定容積Vより放出したときの放出ガスの重量g5はQと放出時間とg4との積であるか

ら、(6)式を使って、

$$g_5 = Q * (t / 60) * 1.165 * 10^{-6} \text{ kg f} \quad (8)$$

となる。ところで、一定容積V内のガスの重量変化は、放出されたガスの重量に等しいため、(6)式と(8)

$$t = 58 * V * (P_1 - P_2) / Q \quad (9)$$

が導かれ、放出時間tは体積流量Qに反比例することがわかる。

【0024】次に、以上の考察を本実施例に適用する。本実施例のようなガスシステムにおける前述のタンク部分Tの容積Vは通常5ないし30cm³程度であり、本発明者が使用したシステムでは実測V=12.4cm³であった。そして、今考えているのはタンク部分Tの圧力が5kgf/cm²から大気圧まで低下する場合であるので、P₁=5kgf/cm²、P₂=0kgf/cm²である。そして放出流量Qすなわちマスフローコントローラ1の流量を200sccmとすれば、(9)式を計算して、

$$t = 17.98 \text{ 秒}$$

との理論値が得られる。図3のグラフに示した実測値の例のうち、設定流量200sccmのものは放出時間約18秒と読むことができ、理論値と非常によく一致している。図3のグラフの他の設定流量のものも理論値と一致していることが、(9)式を計算することにより確認できる。

【0025】図3のグラフからは、初期圧力を5kgf/cm²でなく4kgf/cm²とし、そこから大気圧でなく1kgf/cm²までの放出時間を読みとることもできる。例えば設定流量200sccmの場合、放出開始から4kgf/cm²まで約3秒かかっており(図中t₁)、放出開始から1kgf/cm²まで約14秒かかっている(図中t₂)ので、4kgf/cm²から1kgf/cm²までの放出時間は、約11秒である。他の設定流量の場合でも、同様にして、4kgf/cm²から1kgf/cm²までの放出時間を読みとることができる。

【0026】このように4kgf/cm²から1kgf/cm²までの放出時間を読むことの意義は、計測精度の向上にある。すなわち計測開始を5kgf/cm²とすると、遮断弁9を閉とした瞬間が計測開始時になるので、閉弁動作の微妙な時間的ずれが計測誤差となるのである。また、計測終了を大気圧とすると、大気圧付近では流速が遅くなり、計測終了時を厳密に定めるのが困難である。放出時間を4kgf/cm²から1kgf/cm²までとすればこれらの問題はなく、高い精度で放出時間を計測できる。

【0027】こうして図3のグラフから読みとられた4kgf/cm²から1kgf/cm²までの放出時間とマスフローコントローラ1の設定流量との関係を図4のグラフに実線で示す。図4のグラフには、タンク部分Tの容積が18.8cm³である同様のガスシステムでの

式とにおいてg₃=g₅となり、

計測結果の例(図4中破線で示す)も示されているが、以後の説明はタンク部分Tの容積が12.4cm³であるガスシステムについて行う。なお、この計測の再現性は非常によく、本発明者の実験によれば、クリーンな窒素ガスで計測する限り何度も同じ計測を繰り返してもほとんど変化はない。

【0028】今、図2に示すようなガスシステムを新たに組み立てた場合、実レシピを良好に実行するために必要な実流量は、プロセスチャンバ5の体積や微妙な内部配置等により異なるので、実レシピの試行を何度か行い、良好な結果が得られるマスフローコントローラ1の印加電圧を決定しておく必要がある。そして決定した印加電圧にて上述の放出時間の計測を行えば、図4のグラフとの対照により必要な実流量(以下、所要流量という)を求めることができる。さて、マスフローコントローラ1を新品に交換した場合、印加電圧と実流量との関係の個体差は無視しえないので、交換した新しいマスフローコントローラ1にて所要流量が得られる印加電圧を決定しなければならない。このため放出時間の計測を行い、所要流量に対応する放出時間(図4のグラフより読みとる)が得られる印加電圧(以下、正常電圧という)を決定しておく。

【0029】実レシピの実行を多数回数繰り返すと、マスフローコントローラ1の印加電圧と実流量との関係が変化することがあり、そのことはマスフローコントローラ1に正常電圧を印加しているのにプロセス結果が良好でなくなることによって知られる。プロセス結果が良好でないとは、例えば成膜プロセスの場合、形成された膜の膜厚や膜質(屈折率等)が正常値からはずれたり、それらの均一性が悪くなることをいう。この場合は、マスフローコントローラ1の印加電圧を修正して所要流量が得られるようにしなければならない。また、このような正常値からのずれが大きくなったマスフローコントローラ1は、えてしてパーティクルを発生してプロセス歩留まりを悪化させるので、ずれがある限界値を超えた時点でなんらかのアラームが発せられるようにしておくのが好ましい。

【0030】そこで、本実施例のガスシステムでは、マイクロコンピュータ11に初期状態を記憶しておき、修正のための計測の結果ずれが限界値を超えていた場合に異常信号出力回路12がアラームを発するようにしている。この機能は、マスフローコントローラ1を交換して新品のマスフローコントローラ1における正常電圧を計測した直後に行う正常値初期化モードと、マスフローコントローラ1に正常状態からのずれが生じていると思わ

れるときに行う計測モードとにより実現される。計測モードでは、ずれの修正を行い、必要な場合にはアラームを発する。

【0031】まず、正常値初期化モードについて図5のフローチャートと図2とに基づいて説明する。前提条件として、マスフローコントローラ1を新品に交換し、そのマスフローコントローラ1における正常電圧を計測したところであるとする。このとき、減圧弁8の設定2次圧は 5 kg f/cm^2 であり、一方遮断弁3は閉とされ、遮断弁3より右方にプロセスガスは供給されていない。最初に、S1において計測系の準備を行う。すなわち、遮断弁3を閉としたまま遮断弁9、4、2を開とすると、流量計測用高圧窒素源6からタンク部分Tを通して排気側に窒素ガスが流れ、減圧弁8の働きによりタンク部分Tの圧力は 5 kg f/cm^2 に維持され、圧力計10は 5 kg f/cm^2 を指示する。圧力計10の指示値はマイクロコンピュータ11に常時信号として送られている。

【0032】そして、S2においてマスフローコントローラ1の流量設定を行う。このときの設定は、さきに計測されているそのマスフローコントローラ1における正常電圧を印加することによって行う。そして、S3で遮断弁9を閉じると、タンク部分Tの圧力が徐々に下がり始めるので、圧力計10の指示値も徐々に下がる。そして、圧力計10の指示値が 4 kg f/cm^2 を切るときを時間計測開始時刻とする(S4)。同様に圧力計10の指示値が 1 kg f/cm^2 を切るときを時間計測終了時刻とする(S5)。そして、両時刻の差が正常放出時間としてマイクロコンピュータ11に記憶される(S6)。このとき、マスフローコントローラ1の設定流量も、正常流量としてマイクロコンピュータ11に記憶される(S7)とともに、流量モニタ13に表示される(S8)。以上が、正常値初期化モードである。

【0033】続いて、計測モードについて図6のフローチャートと図2とに基づいて説明する。計測モードは、マスフローコントローラ1の印加電圧と実流量との関係に正常状態からのずれが生じていると思われるときに行うモードである。計測モードを行う場合前提条件として、遮断弁3を閉としてプロセスガスの供給を停止し、減圧弁8の2次圧を 5 kg f/cm^2 に設定しておかなければならない。最初に、S9において計測系の準備を行う。すなわち、遮断弁3を閉としたまま遮断弁9、4、2を開とすると、流量計測用高圧窒素源6からタンク部分Tを通して排気側に窒素ガスが流れ、残留しているプロセスガスが掃気される。このとき減圧弁8の働きによりタンク部分Tの圧力は 5 kg f/cm^2 に維持され、圧力計10は 5 kg f/cm^2 を指示する。圧力計10の指示値はマイクロコンピュータ11に常時信号として送られている。

【0034】そして、S10においてマスフローコント

ローラ1の流量設定を行う。このときの設定は、正常値初期化モードを行った際と同じ電圧をマスフローコントローラ1に印加することにより行う。そして、S11で遮断弁9を閉じると、タンク部分Tの圧力が徐々に下がり始めるので、圧力計10の指示値も徐々に下がる。そして、圧力計10の指示値が 4 kg f/cm^2 を切るときを時間計測開始時刻とする(S12)。同様に圧力計10の指示値が 1 kg f/cm^2 を切るときを時間計測終了時刻とする(S13)。そして、両時刻の差が計測放出時間としてマイクロコンピュータ11に記憶される(S14)。そして、S15において計測放出時間の正常放出時間からのずれが許容範囲内(例えば正常放出時間の上下10%以内)であるかどうかを判断する。許容範囲内であると判断された場合(S15:YES)には、S16において正常信号を出力する。

【0035】そして、正常値初期化モードを行った際に記憶した正常放出時間と正常流量とから、現状での放出時間と設定流量との関係を示すカーブ(図4のグラフ中一点鎖線で示す)をマイクロコンピュータ11が演算する(S17)。そして、かかる演算結果に計測放出時間を当てはめることにより求められる実流量が、流量モニタ13に表示される(S18)。さらにこのとき、現状で所要流量を流すべき修正電圧も計算される。S15において計測放出時間の正常放出時間からのずれが許容範囲内でないとは判断された場合(S15:NO)には、S19にて異常信号出力回路12がアラームを発する。以上が計測モードである。

【0036】計測モードを実施した結果、計測放出時間が正常放出時間からずれていなかった場合は、マスフローコントローラ1には何の異常もないので、プロセス異常の原因は他にもとめる必要がある。計測放出時間が正常放出時間からずれており、かつ許容範囲内であった場合は、マスフローコントローラ1の印加電圧と実流量との関係に正常状態からのずれが生じており、このずれがプロセス異常の原因である可能性が高いので、以後の実レシピ実行は、正常電圧でなく修正電圧で行う。計測放出時間が正常放出時間からずれており、かつ許容範囲外であった場合は、マスフローコントローラ1の印加電圧と実流量との関係の正常状態からのずれが大きく、このような状態でのマスフローコントローラ1は、プロセスが嫌うパーティクルを発生しているおそれがあるので、新品に交換すべきである。これにしたがってマスフローコントローラ1を新品に交換したときは、前述のように初期計測と正常値初期化モードを行う必要があることはもちろんである。

【0037】本実施例のガスシステムにおいては実際の配管系における実流量計測手段を備えているので、以上のようにして、マスフローコントローラ1の印加電圧の修正あるいは交換すべきか否かの判断を制度良くかつ効率的に行うことができるため、半導体の歩止まりを向上

させることができる。また、消費するプロセスガスやテストウェハのコスト、あるいは試行および結果解析に必要な時間を本実施例のシステムを採用することにより削減できる。

【0038】次に、以上で述べた放出時間計測を図2のような多数のプロセスガスラインを有するシステムにて行う場合を考察する。この場合、各マスフローコントローラ(1A~1E)は、それぞれ別々に計測しなければならない。例えばプロセスガスAのラインのマスフローコントローラ1Aについて計測する場合を考えると、タンク部分Tへの5kgf/cm²の計測用窒素ガスの充填(正常値初期化モードではS1、計測モードではS9)は、遮断弁3Aを閉としてプロセスガスAの供給を遮断し、遮断弁(4B~4E)を閉として他のガスラインへの計測用窒素ガスの流出が起らないようにした上で、遮断弁9、4A、2Aを開とすることで行う。

【0039】また、以下の計測手順は前に説明した手順と同じであるので説明を省略する。したがってここでのタンク部分容積とは、図2中破線を付した部分の容積をいう。他のガスラインについても同様の要領で計測を行う。したがってこの場合タンク部分容積は、厳密には、計測しようとするガスラインにより異なることに注意しなければならない。この検定によりマスフローコントローラの異常が検出された場合には、個別のマスフローコントローラを各々検定する。

【0040】図2の流量検定システムにおいては以上のようにして、マスフローコントローラ(1A~1E)の印加電圧の修正あるいは交換すべきか否かの判断を効率よく行うことができる。また、1つの圧力計により複数のマスフローコントローラを検定できるので、圧力計分のコストダウンになる。また、消費するプロセスガスやテストウェハのコスト、あるいは試行および結果解析に必要な時間を本実施例のシステムを採用することにより削減できる。特に、プロセスガスラインの数が多いシステムにおいてこの効果は著しい。

【0041】なお、前記実施例は本発明を限定するものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変形、改良が可能であることはもちろんである。例えば、前述の計測用窒素ガスの充填圧力や、放出時間開始時の圧力、同終了時の圧力、その許容範囲等は、前述したとおりの値でなくてもよく、必要に応じて適した値

を使えばよい。また、計測用ガスとしてここでは窒素ガスを使用した。また、窒素ガスに限らず不活性であってかつクリーンなものが入手可能なガスであれば他のガスでもよい。また、図7のようにサイクルページラインを備える系にも適用可能である。

【0042】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように本発明の流量検定システムでは、配管に組み込んだままの状態でのマスフローコントローラの実流量の計測を行えるので、マスフローコントローラの個体差や経時変化に適切に対応して印加電圧の初期設定および修正、また交換すべきか否かの判断を効率よく行うことができるため、半導体製造プロセスの安定運転と高稼働率操業とが可能となり、半導体の歩止まりを向上させ、コストダウンを図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例であるマスフローコントローラ流量検定システムの構成を示すブロック図である。

【図2】複数のプロセスガスラインと計測用ガスラインとを有するマスフローコントローラ流量検定システムの構成を示すブロック図である。

【図3】マスフローコントローラにおける1次側圧力と放出時間との関係を示すグラフである。

【図4】マスフローコントローラにおける設定流量と圧力降下時間との関係を示すグラフである。

【図5】正常値初期化モードのフローチャートである。

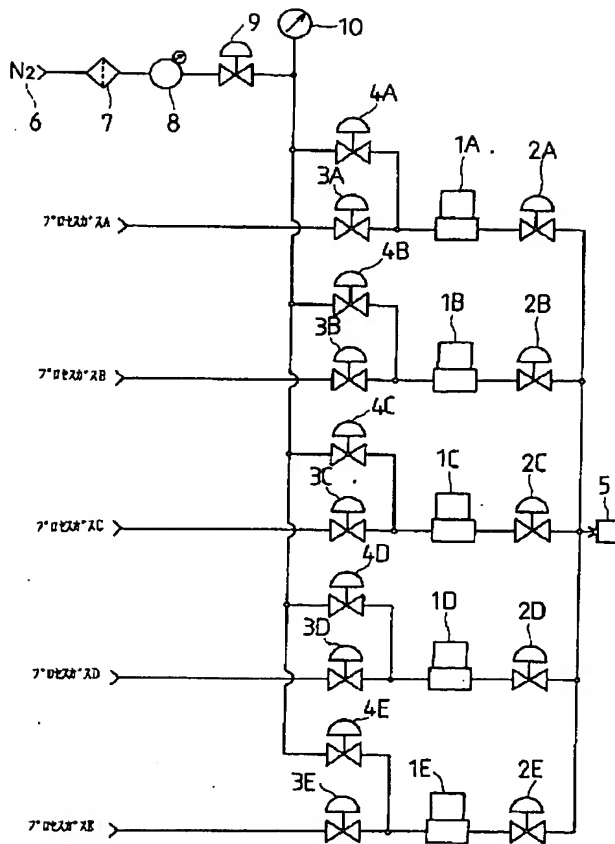
【図6】計測モードのフローチャートである。

【図7】サイクルページラインを有するマスフローコントローラ流量検定システムの構成を示すブロック図である。

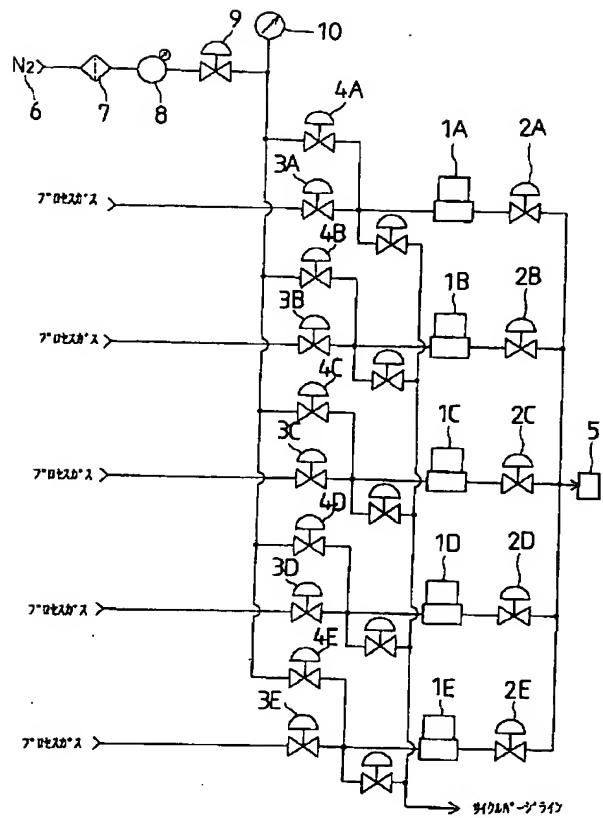
【符号の説明】

1、1A~1E	マスフローコントローラ
2、2A~2E	遮断弁
3、3A~3E	遮断弁
4、4A~4E	遮断弁
5	プロセスチャンバ
6	計測用ガス源
8	減圧弁
9	遮断弁
10	圧力計
11	マイクロコンピュータ

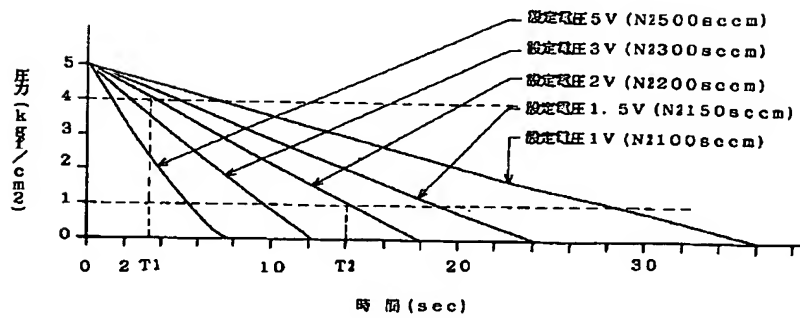
【図1】



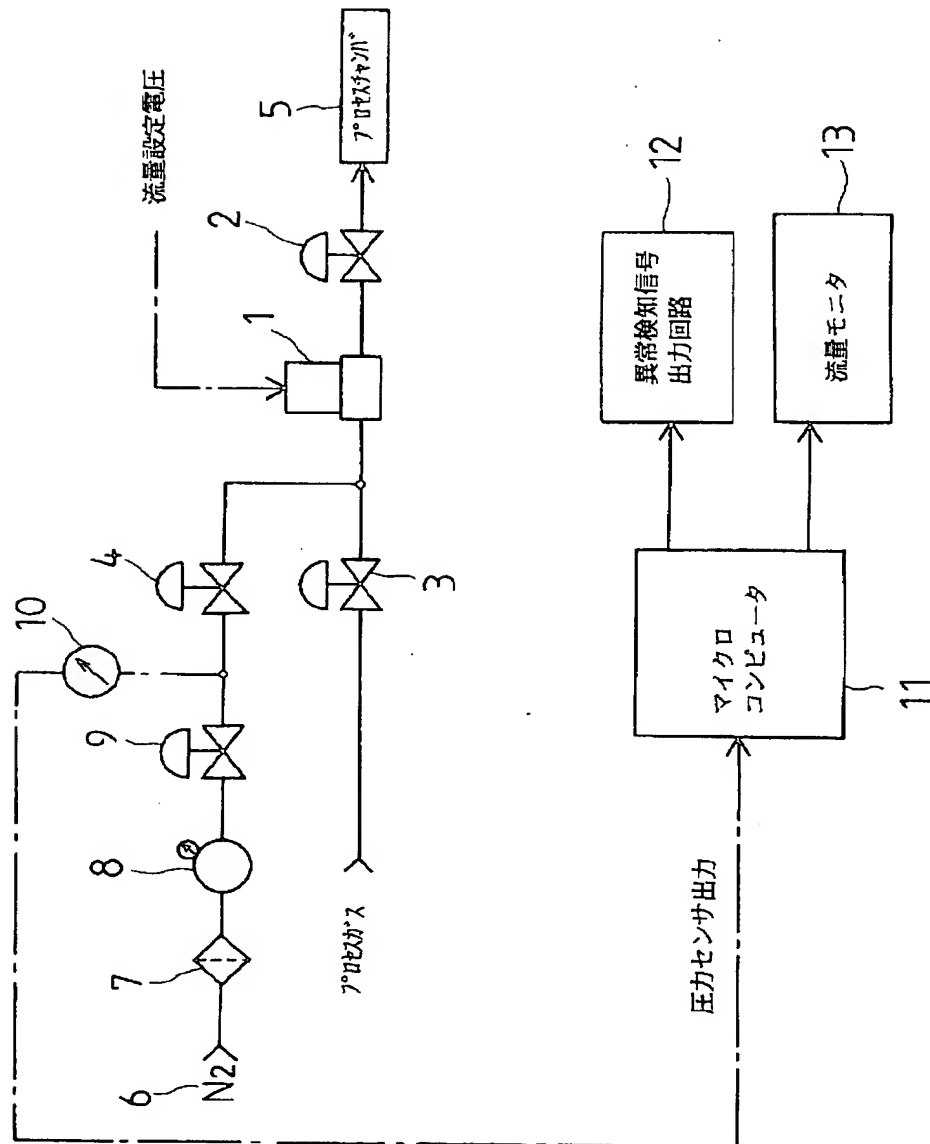
【図7】



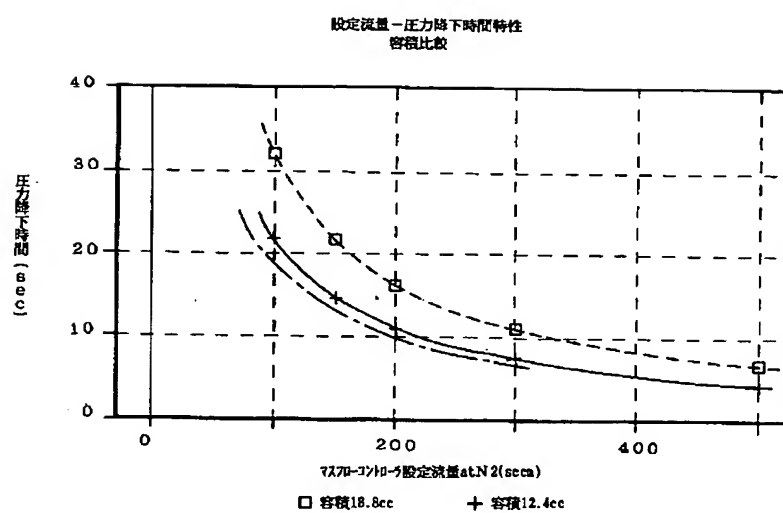
【図3】



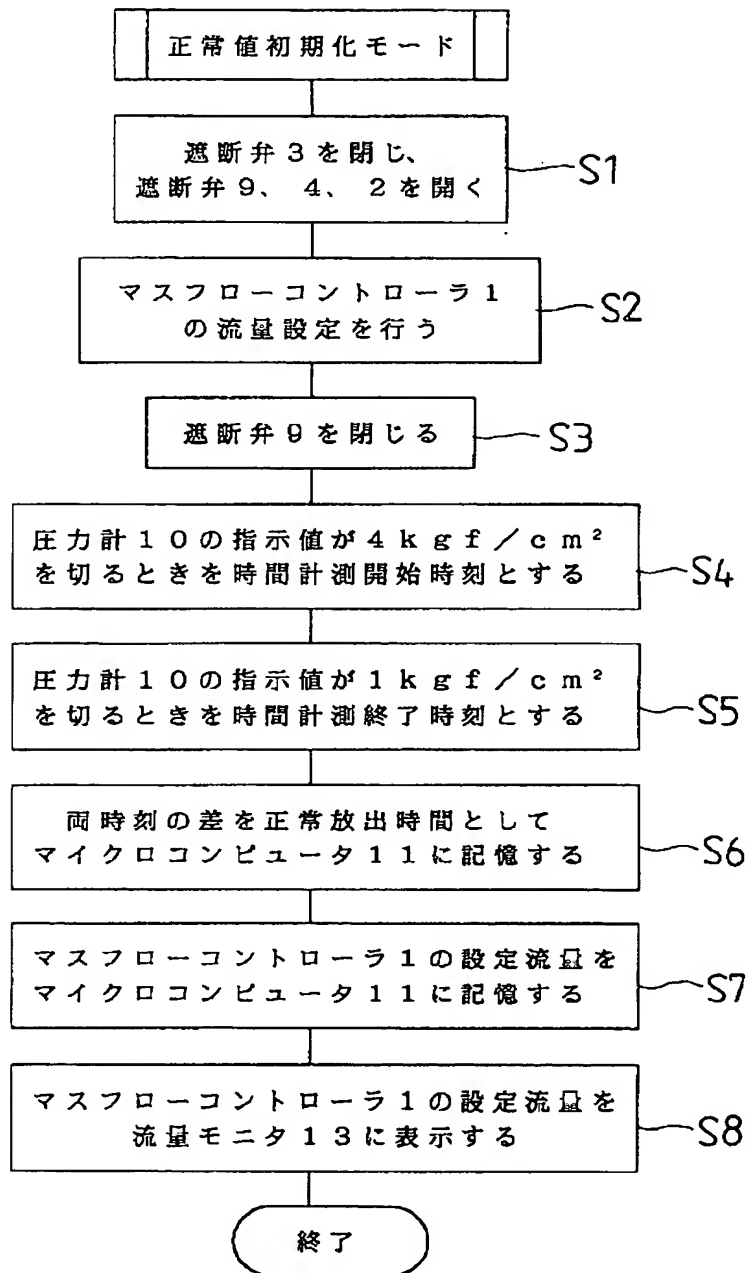
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

